

## 明 細 書

### スラストニードル軸受

### 技術分野

- [0001] 本発明は、スラストニードル軸受に関し、より具体的には希薄潤滑または潤滑特性の良くない環境でスラスト負荷が断続的に作用する条件下で使用されるスラストニードル軸受に関するものである。

### 背景技術

- [0002] スラストニードル軸受は、軌道輪、ころ(転動体)、保持器で構成されており、単純な形式で負荷容量、剛性が大きいなど、種々な利点を持った軸受である。しかし、ころ本数が多く、内部隙間も狭いため、潤滑油が転走面やころと保持器のポケット案内面との間に行き渡りにくい構造となっている。また、保持器は強度とコストの点から鋼板をプレス加工したものが大半を占める。プレス加工により形成されたポケット孔の内面(ころ案内面)は剪断面となっており、面粗さが大きい。
- [0003] 上記のような保持器を含む軸受をカーエアコンのコンプレッサーやオートマチックトランスミッションなどのような希薄潤滑または潤滑特性の悪い条件で使用すると、ころと保持器ポケット案内面との間で油膜切れが起こりやすくなる。この結果、図7ー図9に示すように、保持器103のポケット案内面との当たり部でころ102が摩耗する。図9に示すように、ころ102のエッジ部で摩耗が深く進行する。その結果、その摩耗エッジ部に応力集中が発生し、荷重条件によってはころ102に剥離が生じる。さらに、図10に示すように、ころ摩耗エッジ部に当たる軌道輪101の転走面に、応力集中および潤滑不良による表面起点型剥離が生じる。
- [0004] 上記の保持器ポケット案内面との当たり部でころが摩耗し、ころや軌道輪に剥離が生じ、寿命が短くなる問題に関しては、樹脂製保持器(特許文献1、2参照)が開示されており、また、その他に少なくともころと接触する部分の一部が樹脂で形成されている保持器が提案されている(特許文献3参照)。

特許文献1: 特開昭64-79419号公報

特許文献2: 特開平4-357323号公報

特許文献3:特開平8-166014号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0005] しかし、樹脂製保持器においてもころのスキューの影響で希薄潤滑下では保持器ポケット案内面との当たり部でころが摩耗する。また、ころ端面での滑りにより保持器が摩耗してころの位置がずれたり、強度不足により破損するなどの問題が生じる。
- [0006] ころと接触する部分の一部が樹脂で形成されている金属製保持器は、より過酷な使用条件では樹脂部の剥がれや摩耗が早期に生じ、ころ摩耗に対する延命効果がほとんどなく、ころや軌道輪に剥離が生じてしまう。
- [0007] スラストニードル軸受は構造上、ころ本数が多く、内部隙間も狭いため、潤滑油が転走面に行き渡りにくい構造となっている。このため希薄潤滑または潤滑特性の悪い条件ではころと保持器ポケット案内面との間で油膜切れを起こしやすく、保持器ポケット案内面との当たり部でころが摩耗する。さらに、図4のような鋼板をプレス加工して製作するW型保持器では、その加工精度上、保持器の中心軸に対して保持器ポケットの中心軸は最大で15〜30  $\mu$ mのずれが生じる。このため保持器の中心軸に対して角度を持ったポケットが生じ、角度を持ったポケットのころと角度を持たないポケットのころとに周速差が生じる。この周速差のため、保持器ポケットところとが接触したときに保持器の逃げがなく、保持器との当たりが大きくなり、ころの摩耗が増大される。この結果、ころの摩耗エッジ部に応力集中が発生し、荷重条件によってはころに剥離が生じる。さらに、ころ摩耗エッジ部と接触する軌道輪転走面に応力集中および潤滑不良による表面起点型剥離が生じる。保持器の中心軸に対する保持器ポケットの中心軸のずれを15  $\mu$ m以下にすることは、その加工精度上困難であり、できたとしても非常にコストがかかる。

### 課題を解決するための手段

- [0008] 本発明の目的は、鋼板をプレス加工した保持器を使用したスラストニードル軸受において、希薄潤滑または潤滑特性の悪い条件で使用される場合でも、保持器ポケット案内面との当たり部でころが摩耗する現象を防止し、これまでになくころや軌道輪に対する剥離寿命を向上させたスラストニードル軸受を提供することにある。

- [0009] 本発明の一のスラストニードル軸受は、潤滑油が用いられ、保持器に保持された転動体が、軌道輪上を転動する転がり軸受であって、その転動体の算術平均粗さの値が $Ra0.03\sim0.15\mu m$ であることを特徴とするものである。
- [0010] 上記の構成において、転動体の算術平均粗さの値を $Ra0.03\mu m$ 以上にし、転動体の摩耗に影響を与える保持器ポケット案内面の粗さに近づけることで、保持器ポケット案内面からの攻撃を緩和させることができる。さらに潤滑剤のかき上げ効果や表面積の増大による付着効果により、保持器ポケット案内面と転動体との間の油膜形成性を向上させることができる。
- [0011] この結果、保持器ポケット案内面との当たりによる転動体の摩耗現象を激減させることができ、転動体や軌道輪に対する剥離寿命を大幅に向上させることができる。この算術平均粗さの値が $Ra0.15\mu m$ を超えると、軸受の振動、トルクが増大するとともに相手軌道輪に表面起点型剥離を生じさせる。
- [0012] 上記の構成により、樹脂製の保持器を用いることなく安価な鋼材をプレス加工した安価な保持器を用いて、保持器と転動体との摩擦力を小さくして転動体に生じる摩耗を抑制することができる。このため、転動体における剥離寿命を改善することができ、さらに転動体の摩耗エッジ部に当たる軌道輪の転走面における、応力集中および潤滑不良に起因する表面起点型剥離を抑制することができる。
- [0013] 上記一のスラストニードル軸受において好ましくは、保持器のポケット案内面の算術平均粗さの値が $Ra0.4\mu m$ 以下である。
- [0014] 上記一のスラストニードル軸受において好ましくは、軌道輪の算術平均粗さの値が $Ra0.5\mu m$ 以下である。
- [0015] 上記一のスラストニードル軸受において好ましくは、そのスラストニードル軸受はエアコン用コンプレッサで使用される。
- [0016] 上記一のスラストニードル軸受において好ましくは、そのスラストニードル軸受はオートマチックトランスミッションで使用される。
- [0017] 本発明の他のスラストニードル軸受は、潤滑油が用いられ、保持器に保持された転動体が、軌道輪上を転動する転がり軸受であって、保持器のポケット案内面と、転動体との隙間が $60\sim130\mu m$ であることを特徴とするものである。

- [0018] 上記の構成により、樹脂製の保持器を用いることなく安価な鋼材をプレス加工した安価な保持器を用いて、保持器と転動体との摩擦力を小さくして転動体に生じる摩擦を抑制することができる。このため、転動体における剥離寿命を改善することができ、さらに転動体の摩擦エッジ部に当たる軌道輪の転走面における、応力集中および潤滑不良に起因する表面起点型剥離を抑制することができる。
- [0019] 上記の構成において、保持器のポケットと転動体との隙間を $60\text{ }\mu\text{m}$ 以上に大きくすると、転動体間に周速差が生じても保持器が自動調節(隙間大により保持器の自由度が大きくなる)し、転動体との当たりを緩和することができる。上記の自動調節機構をより確実に得るには、上記隙間を $70\text{ }\mu\text{m}$ 以上にすることがよく、さらに望ましくは $75\text{ }\mu\text{m}$ 以上とすることがよい。
- [0020] この結果、保持器ポケット案内面との当たりによる転動体の摩擦現象を激減させることができ、転動体や軌道輪に対する剥離寿命を画期的に向上させることができる。また、保持器ポケットと転動体との隙間が $130\text{ }\mu\text{m}$ を超えると、転動体が保持器ポケットから脱落する危険があるだけでなく、転動体のスキューの影響により反って転動体の摩擦が増加し、さらに軌道輪との相対滑りが大きくなり、短時間に軌道輪に表面起点型剥離が生じる。
- [0021] 従来、転動体と保持器ポケットとの接触による転動体の摩擦抑制を目的に、両者の隙間の適切値を設定した例はない。また、上記隙間は、平面的に見て転動体と保持器ポケット案内面の端との間の距離を、両方の端について加えたものである(詳細は後の実施例において示す)。
- [0022] 上記他のスラストニードル軸受において好ましくは、保持器がW型保持器である。
- [0023] 上記他のスラストニードル軸受において好ましくは、転動体の算術平均粗さの値が $Ra0.03\sim0.15\text{ }\mu\text{m}$ である。
- [0024] 上記他のスラストニードル軸受において好ましくは、そのスラストニードル軸受はエアコン用コンプレッサで使用される。
- [0025] 上記他のスラストニードル軸受において好ましくは、そのスラストニードル軸受はオートマチックトランスミッションで使用される。

図面の簡単な説明

- [0026] [図1]本発明の実施の形態におけるスラストニードル軸受を示す図である。
- [図2]図1のスラストニードル軸受の部分平面図である。
- [図3]図2のA部拡大図である。
- [図4]図2のIV-IV線に沿う断面図である。
- [図5]保持器の中心軸とポケットの中心軸とのずれを説明する図である。
- [図6]本発明の実施例における摩耗深さを示す図である。
- [図7]従来のスラストニードル軸受において、ころと当たる保持器の部分を示す図である。
- [図8]従来のスラストニードル軸受において、保持器と当たるころの部分を示す図である。
- [図9]図8のころの摩耗部を示す図である。
- [図10]従来のスラストニードル軸受において、軌道輪に生じる剥離部を示す図である。

#### 符号の説明

- [0027] 1a, 1b 軌道輪、2 ころ(転動体)、3 保持器、10 スラストニードル軸受、13 保持器ポケット部、13b 離脱防止凸部、13c ポケット案内面の端、a1, a2 ポケット案内面の端ところ端との平面的な隙間、x1 保持器の中心軸、x2 ポケット部の中心軸、b 両中心軸のずれ、r 新品ころの母線形状、d 摩耗深さ。

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0028] 次に図面を用いて本発明の実施例について説明する。
- [0029] (実施の形態1)
- 図1は、本発明の実施の形態1におけるスラストニードル軸受10を示す図である。図1を参照して、本実施の形態のスラストニードル軸受10は、軌道輪1a、1bと、その2つの軌道輪の間に配置されたころ(転動体)2と、ころ2を案内保持する保持器3とからなる。
- [0030] 上記のころの表面における算術平均粗さRaは、 $0.03\mu\text{m}$ 以上 $0.15\mu\text{m}$ 以下とする。従来のころ2の表面における算術平均粗さは $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.03\mu\text{m}$ 未満程度であるので、本発明の実施の形態では従来よりも算術平均粗さを大幅に粗くすること

により、保持器ポケット案内面からころへの攻撃を緩和させることができる。

[0031] 本実施の形態においては、上記のころ(転動体)2の算術平均粗さの値を $Ra0.03\mu m$ 以上 $0.15\mu m$ 以下とすることにより以下の効果が得られる。

[0032] つまり、ころ2の算術平均粗さを $Ra0.03\mu m$ 以上にして、保持器ポケット案内面の粗さに近づけることにより、ころ2の摩耗に及ぼす保持器ポケット案内面からの攻撃を緩和させることができる。さらに潤滑油の掻き揚げ効果や表面積の増大による付着効果により、保持器ポケット案内面ところ2との間の油膜形成性が向上する。この結果、保持器ポケット案内面との当たりによって生じる摩耗を激減させることができる。一方、ころ2の算術平均粗さ $Ra$ が $0.15\mu m$ を超えると、軸受の振動、トルクが増大するとともに相手軌道輪に表面起点型剥離を生じさせる。

[0033] (実施の形態2)

図1を参照して、本実施の形態のスラストニードル軸受10は、実施の形態1と同様、軌道輪1a、1bと、その2つの軌道輪の間に配置されたころ(転動体)2と、ころ2を案内保持する保持器3とからなる。

[0034] 図2は、スラストニードル軸受10の上半分の部分平面図である。図2を参照して、保持器3には保持器ポケット部13が設けられており、その保持器ポケット部13は、ころ2が両軌道輪と接触するように外に突き出るための窓のまわりに、ころ2を収納するように形成されている。

[0035] 図3は、図2におけるA部の拡大図である。図3を参照して、ころ2は円筒状であり、保持器ポケット部13では、窓からころ2が離脱しないように、離脱防止凸部13bが、平面的に見てころ2の端よりころ2の内側に延びるように、すなわち平面的に見てころ2と重複するように窓の端から中央に向かって形成されている。離脱防止凸部13bが設けられていない窓の端、すなわちポケット案内面の端13cは、平面的に見てころ2と重ならない位置に位置する。

[0036] 図4は、図2におけるIV-IV線に沿う保持器の断面を示す。上記の窓を含め、図4に示すような径方向断面において波打形状を有する保持器(W型保持器)3は、鋼板をプレス加工することにより安価に形成することができる。

[0037] 図3において、保持器ポケット案内面ところ2との隙間は、ポケット案内面の端13cと

、ころ2の外径面との間の平面的な距離 $a_1$ 、 $a_2$ をさす。この隙間は窓の2つの端のそれぞれに形成されるので、2つの隙間の和( $a_1 + a_2$ )を、本発明における保持器ポケット案内面ところ2との隙間と定義する。

[0038] 本発明の実施の形態では、図3に示す保持器ポケット案内面とところとの隙間( $a_1 + a_2$ )を $60\mu\text{m}$ 以上 $130\mu\text{m}$ 以下の範囲に入れる。さらに、この隙間( $a_1 + a_2$ )が上記範囲を満たしたうえで、ころ2の算術平均粗さの値 $R_a$ を $0.03\mu\text{m}$ 以上 $0.15\mu\text{m}$ 以下の範囲に入るようにしてもよい。これにより、実施の形態1と同様の効果が得られる。この結果、上記保持器ポケット案内面とところ2との隙間の条件と、ころ2の算術平均粗さの条件とをともに満たすことにより、著しい相乗効果が得られ、大幅に耐久性を向上させたスラストニードル軸受を提供することが可能となる。

[0039] 従来の保持器ポケット案内面とところとの隙間( $a_1 + a_2$ )の上限は、ばらつきはあるが大略 $60\mu\text{m}$ 未満であった。

[0040] スラストニードル軸受において、鋼板をプレス加工して製作するW型保持器は、図5に示すように、その加工精度上、保持器3の中心軸 $x_1$ と、保持器ポケット部13の中心軸 $x_2$ との間に最大で $15\sim 30\mu\text{m}$ のずれ $b$ が生じる。そのため保持器3の中心軸 $x_1$ に対して角度を持った保持器ポケット部13が生じ、角度を持った保持器ポケット部13のころ2と角度を持たない保持器ポケット部13のころ2とに周速差が生じる。この周速差のため、保持器ポケット部13とところ2とが接触したときに保持器3のポケット案内面とところ2との隙間が $60\mu\text{m}$ 未満では保持器3の逃げがなく、保持器3との当たりが大きくなり、ころ2の摩耗が増大される。このころ2の摩耗エッジ部に応力集中が発生し、荷重条件によってはころ2に剥離が生じる。さらに、ころ摩耗エッジ部と接触する軌道輪転走面に応力集中および潤滑不良による表面起点型剥離が生じる。保持器3の中心軸 $x_1$ に対する保持器ポケット部13の中心軸 $x_2$ のずれを $15\mu\text{m}$ 以下にすることは、その加工精度上困難であり、できたとしても非常にコストがかかる。

[0041] 保持器3のポケット案内面とところ2との隙間( $a_1 + a_2$ )を $60\mu\text{m}$ 以上に大きくすると、ころ2間に周速差が生じても保持器3が自動調節(隙間大により保持器3の自由度が大きくなる)し、ころ2との当たりを緩和することができる。

[0042] 上記の実施の形態1および2のいずれにおいても、ポケット案内面の算術平均粗さ

の値が $Ra0.4\mu m$ 以下であつてもよい。実施の形態1および2の構成において、保持器ポケット案内面の算術平均粗さの値が $Ra0.4\mu m$ を超えると軸受の振動、トルクが増大する。よって、上記振動およびトルクを抑制するために、上記保持器ポケット案内面の算術平均粗さの値が $Ra0.4\mu m$ 以下であることが好ましい。

[0043] また上記の実施の形態1および2のいずれにおいても、上記の軌道輪の算術平均粗さの値が $Ra0.5\mu m$ 以下であつてもよい。実施の形態1および2の構成において、軌道輪1a、1bの算術平均粗さの値が $Ra0.5\mu m$ を超えると軸受の振動、トルクが増大するとともにころを全体に摩耗させて粗さが小さくなり、上述の作用を損なう。

[0044] 上記実施の形態1および2のいずれの構成によっても、樹脂製の保持器を用いることなく安価な鋼材をプレス加工した安価な保持器を用いて、保持器と転動体との摩擦力を小さくして転動体に生じる摩耗を抑制することができる。このため、転動体における剥離寿命を改善することができ、さらに転動体の摩耗エッジ部に当たる軌道輪の転走面における、応力集中および潤滑不良に起因する表面起点型剥離を抑制することができる。

[0045] 上記実施の形態1および2のスラストニードル軸受は、エアコン用コンプレッサーまたはオートマチックトランスミッションで使用されることにより、その過酷な潤滑環境および断続的に作用するスラスト荷重下において、耐久性を発揮して長寿命を確保することができる。

[0046] (実施例)  
次に本発明の実施例について説明する。

[0047] (実施例1)  
図1に示すスラストニードル軸受と同じ軸受を用いてころの摩耗の試験を行なった。ころの摩耗試験は、ころ径： $\phi 3mm$ 、レース内径： $\phi 65mm$ 、ケース外径： $\phi 85mm$ 、レースの肉厚： $3mm$ の軸受を用い、荷重： $700kgf$ 、回転数： $3000rpm$ 、潤滑油：スピンドル油VG2（油膜パラメータ $\lambda$ ： $0.198$ 以下）の試験条件で行なった。なお、ころの摩耗試験時間は20時間とした。

[0048] また、ころまたは軌道輪が破損に至るまでの軸受寿命試験は、同じ諸元の軸受を用い、荷重： $1000kgf$ 、回転数： $5000rpm$ 、潤滑油：スピンドル油VG2（油膜パラメ



ータλ:0.101以下)の試験条件で行なった。軸受寿命は、試験体のスラストニードル軸受8個の10%寿命で表わした。表面粗さを変えたころの摩耗試験および軸受寿命試験結果を表1に示し、保持器ポケット案内面および軌道輪の表面粗さを変えて摩耗試験を行なった結果を表2に示す。

[0049] [表1]

表1 表面粗さを変えたところでのころの摩耗試験および軸受寿命試験

サンプルNo.	ころの 表面粗さ [Ra, $\mu\text{m}$ ]	保持器 <sup>ホウケツ</sup> 案内面の粗さ [Ra, $\mu\text{m}$ ]	軌道輪の 表面粗さ [Ra, $\mu\text{m}$ ]	ころの 摩耗深さ [ $\mu\text{m}$ ]	10%寿命 [h]	寿命比	剥離部位	モータの 消費電流値 [A]
1(比較例)	0.02	0.4	0.5	3.1	8	1	ころ、軌道輪	3.1(1)*
2(本発明例)	0.04			1.6	61	8	ころ、軌道輪	3.1(1)
3(本発明例)	0.08			1.1	107	13	ころ	3.6(1.2)
4(本発明例)	0.15			0.1	>150	>19	ころ	3.8(1.2)
5(比較例)	0.20			0.5	31	4	軌道輪	4.7(1.5)

\* : モータ消費電流値内の( )はサンプル1の電流値を1としたときの比を示している。

表 2 保持器案内面および軌道輪表面の粗さを変えたときのころの摩耗試験および軸受寿命試験

サンプルNo.	ころの 表面粗さ [Ra, $\mu\text{m}$ ]	保持器ホケット 案内面の粗さ [ $\mu\text{m}$ ]	軌道輪の 表面粗さ [Ra, $\mu\text{m}$ ]	ころの 摩耗深さ [ $\mu\text{m}$ ]	10%寿命 [h]	寿命比	剥離部位	ころの 消費電流値 [A]
4(本発明例)	0.15	0.4	0.5	0.1	>150	1	ころ	3.8(1.2)*
6(比較例)		0.6		1.8	57	<0.4	ころ、軌道輪	4.3(1.4)
7(比較例)		0.4		2	38	<0.3	ころ	4.9(1.6)

\* : モータ消費電流値内の( )はサンプル1の電流値を1としたときの比を示している。

[0051] ころの摩耗量は、図6に定義した摩耗深さで表わしている。すなわち、新品ころの母

線形状 $r$ (ころの軸方向測定)を模範とし、模範と試験ころの母線形状を重ね合わせ、模範ころの転走面表面と試験ころの摩耗部表面の最大の差を摩耗深さ $d$ とした。それぞれのころ摩耗深さは、試験軸受4個のころ(1個の軸受のころ本数:24本)の母線形状(軸方向)を全数測定したときの最大摩耗深さを示している。なお試験ころの摩耗が軌道輪との相対滑りによる摩耗ではなく、保持器との当たりにより生じた摩耗であることは、軌道輪転走面の母線形状を測定し、軌道輪転走面が摩耗していないことから確認している。

[0052] 上記表1の結果から、算術平均粗さが $Ra0.02\mu m$ のころを使用した軸受であるサンプル1のころの摩耗深さが $3.1\mu m$ であるのに対して、算術平均粗さ $Ra0.04\sim0.15\mu m$ のころを組み込んだサンプル2~4はころの摩耗深さが $0.1\sim1.6\mu m$ と顕著にころの摩耗防止効果が認められる。また、軸受の寿命試験においても、サンプル2~4はサンプル1の8~19倍以上と著しく長寿命を示すことがわかる。

[0053] モーターの消費電流は、ころの算術平均粗さを $Ra0.04\sim0.15\mu m$ とサンプル1より粗くしても1.2倍程度しか増加せず、摩擦損失が極端に大きくなることはなかった。一方、算術平均粗さ $Ra0.20\mu m$ のころを使用した軸受であるサンプル5はサンプル1の4倍程度の寿命であり、相手軌道輪に表面起点型剥離を生じさせる。さらにモーターの消費電流値がサンプル1の1.5倍に増加しており、摩擦損失が極端に大きくなってしまう。

[0054] 以上の結果より、ころの算術平均粗さを $Ra0.04\sim0.15\mu m$ としたころを使用することで、摩擦損失を大きくすることなく、保持器ポケット案内面ところの当たりによるころの摩耗を抑制できることが判明した。その結果、剥離寿命を向上させる効果があることは明らかである。

[0055] 次に、ポケット案内面の算術平均粗さを $Ra0.6\mu m$ にした保持器と、算術平均粗さを $Ra0.7\mu m$ にした軌道輪とを用いてころの摩耗試験および軸受寿命試験を行なった結果を表2に示す。

[0056] 上記表2の結果から、ころの算術平均粗さを $Ra0.15\mu m$ 、保持器ポケット案内面の算術平均粗さを $Ra0.4\mu m$ 、そして軌道輪の算術平均粗さを $Ra0.5\mu m$ にしたサンプル4はころの摩耗深さが $0.1\mu m$ 、寿命は150h以上であった。これに対して、

保持器のポケット案内面の算術平均粗さのみを $Ra0.6\mu m$ にしたサンプル6は表1のサンプル2並みにころの摩耗深さが増加し、寿命も低下した。さらにモーターの消費電流値がサンプル1の1.4倍に増加しており、摩擦損失が極端に大きくなっているのがわかる。

[0057] また、軌道輪の算術平均粗さのみを $Ra0.7\mu m$ にしたサンプル7においてもころの摩耗抑制効果を軽減させ、さらに、摩擦損失が極端に大きくなっている。

[0058] 以上の結果より、転動体の算術平均粗さ $0.03\sim0.15\mu m$ とする効果を最大限に発揮させるためには、保持器ポケット案内面の算術平均粗さ $Ra$ を $0.4\mu m$ 以下、軌道輪の算術平均粗さ $Ra$ を $0.5\mu m$ 以下とするのがよいことが分かった。表2における本発明例と比較例との区分けは、上記の保持記ポケット案内面および軌道輪の算術平均粗さの範囲を基準にしている。

[0059] (実施例2)

図1および図2に示すスラストニードル軸受を用いて、ころの摩耗試験を行なった。ころの摩耗試験は、ころ径： $\phi 3mm$ 、レース内径： $\phi 65mm$ 、ケース外径： $\phi 85mm$ 、レースの肉厚： $3mm$ の軸受を用い、荷重： $700kgf$ 、回転数： $3000rpm$ 、潤滑油：スピンドル油VG2（油膜パラメータ $\lambda:0.198$ 以下）の試験条件で行なった。ころの摩耗試験時間は20時間とした。

[0060] また、ころまたは軌道輪が破損に至るまでの軸受寿命試験は、同じ諸元の軸受を用い、荷重： $1000kgf$ 、回転数： $5000rpm$ 、潤滑油：スピンドル油VG2（油膜パラメータ $\lambda:0.101$ 以下）の試験条件で行なった。軸受寿命は、試験体のスラストニードル軸受8個の10%寿命で表わした。

[0061] ころの算術平均粗さ $Ra$ を $0.02\mu m$ として、保持器ポケット案内面ところとの隙間を変えて、上記の条件下でころの摩耗試験および軸受寿命試験を行なった結果を表3に示す。

[0062] [表3]

表3 保持器ボケット案内面ところのすきまを変えたころの摩耗試験および軸受寿命試験結果

サンプルNo.	保持器ボケット案内面 ところとのすきま [ $\mu\text{m}$ ]	ころの 表面粗さ [Ra, $\mu\text{m}$ ]	ころの 摩耗深さ [ $\mu\text{m}$ ]	10%寿命 [h]	寿命比	剥離部位
11(比較例)	40	0.02	3.1	8	1	ころ、軌道輪
12(本発明例)	60		1.6	61	8	ころ、軌道輪
13(本発明例)	100		0.6	105	13	ころ
14(本発明例)	130		0.9	87	11	ころ
15(比較例)	150		1.8	41	5	軌道輪

[0063] ころの摩耗量は、次のように定義した摩耗深さで表わしている。すなわち、図6に示すように、新品ころの母線形状 $r$ (ころの軸方向測定)を模範とし、模範と試験ころの母線形状を重ね合わせ、模範ころの転走面表面と試験ころの摩耗部表面の最大の差を摩耗深さ $d$ とした。それぞれのころ摩耗深さ $d$ は、試験体のスラストニードル軸受4個

のころ(1個の軸受のころ本数:24本)の母線形状(軸方向)を全数測定したときの最大摩耗深さを示している。なお、試験ころの摩耗が軌道輪との相対滑りによる摩耗ではなく、保持器との当たりにより生じた摩耗であることは、軌道輪転走面の母線形状を測定し、軌道輪転走面が摩耗していないことにより確認している。

[0064] 上記表3の結果から、保持器ポケット案内面ところとの隙間は $40\mu\text{m}$ の軸受であるサンプル11のころの摩耗深さが $3.1\mu\text{m}$ であるのに対して、隙間 $60\sim 130\mu\text{m}$ のサンプル12～14はころの摩耗深さが $1.6\sim 0.6\mu\text{m}$ と顕著にころの摩耗防止効果が認められる。また、軸受の寿命試験においても、サンプル12～14はサンプル11の8～13倍以上と著しく長寿命を示すことがわかる。

[0065] 一方、隙間 $130\mu\text{m}$ の軸受であるサンプル15はころが保持器から脱落する。治具によりころを保持器にセットし試験を行なった結果、サンプル11の5倍程度の寿命であったが、相手軌道輪に表面起点型剥離を生じさせた。

[0066] 以上の結果より、上記隙間を $60\sim 130\mu\text{m}$ の範囲内に入るようにすることにより、保持器ポケット案内面ところの当たりによるころの摩耗を抑制し、剥離寿命を向上させることが明らかとなった。

[0067] 次に、ころの摩耗および寿命が最も良好であった隙間を $100\mu\text{m}$ 一定とし、ころの表面粗さを $Ra0.02\sim 0.20\mu\text{m}$ の範囲に変えて摩耗試験および軸受寿命試験を行なった結果を表4に示す。

[0068] [表4]

表 4 表面粗さを変えたころでのころの摩耗試験および軸受寿命試験結果

サンプルNo.	ころの 表面粗さ [Ra, $\mu\text{m}$ ]	保持器ポケット案内面 ところとのすきま [ $\mu\text{m}$ ]	ころの 摩耗深さ [ $\mu\text{m}$ ]	10%寿命 [h]	寿命比	剥離部位	モータの 消費電流値 [A]
21(比較例)	0.02	100	0.8	105	13 <sup>*1</sup>	ころ、軌道輪	3.1(1) <sup>*2</sup>
26(本発明例)	0.04		0.5	121	15	ころ、軌道輪	3.1(1)
27(本発明例)	0.15		0.1	>160	>20	ころ	4.1(1.2)
28(比較例)	0.20		0.1	41	5	軌道輪	4.8(1.5)

\*1: 寿命比はサンプル1の寿命を1としたときの比を示している。

\*2: モータ消費電流値内の( )はサンプル1の電流値を1としたときの比を示している。

[0069] 上記表4の結果から、ころの表面粗さをRa0.02 $\mu\text{m}$ にしたサンプル21はころの摩



耗深さが $0.8\mu\text{m}$ 、寿命は105h以上であったのに対して、ころの表面粗さ $R_a$ が $0.04\mu\text{m}$ のサンプル26および $R_a0.15\mu\text{m}$ のサンプル27は、明らかにころの摩耗深さが減少し、寿命も向上した。特に、ころの表面粗さ $R_a$ が $0.15\mu\text{m}$ であるサンプル27はサンプル11の20倍以上の寿命を示した。一方、ころの表面粗さ $R_a0.20\mu\text{m}$ であるサンプル28はサンプル11に比べ、約5倍の寿命を示した。しかし、相手軌道輪に表面起点型剥離を生じさせた。さらにモーターの消費電流値がサンプル11の1.5倍に増加しており、摩擦損失が極端に大きくなっているのがわかる。

[0070] 以上の結果より、保持器案内面ところとの隙間を $60\sim130\mu\text{m}$ とし、さらにころの表面粗さ $R_a0.03\sim0.15\mu\text{m}$ とすることにより、著しく優れた耐摩耗性と耐表面起点剥離とが得られることが判明した。この結果、これまで以上にころの耐摩耗特性に優れたスラストニードル軸受を提供することが可能となった。

[0071] 上記において、本発明の実施の形態および実施例について説明を行ったが、上記に開示された本発明の実施の形態および実施例は、あくまで例示であって、本発明の範囲はこれら発明の実施の形態および実施例に限定されない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

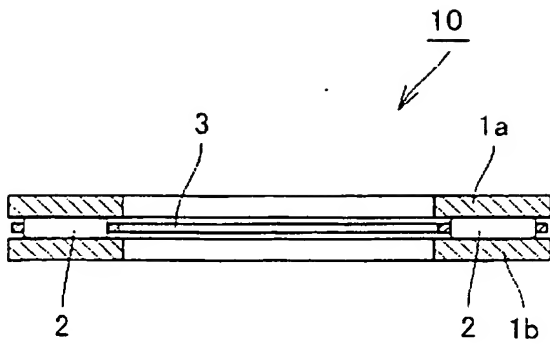
#### 産業上の利用可能性

[0072] 本発明のスラストニードル軸受を用いることにより、安価な材料および安価な製造プロセスが可能な鋼を用いて保持器を形成した上で、希薄潤滑環境および断続的スラスト負荷条件において転動体の摩耗を大幅に減少させ、長寿命を実現することができるので、カーエアコン用コンプレッサーやオートマチックトランスミッションを中心に広範に利用されることが期待される。

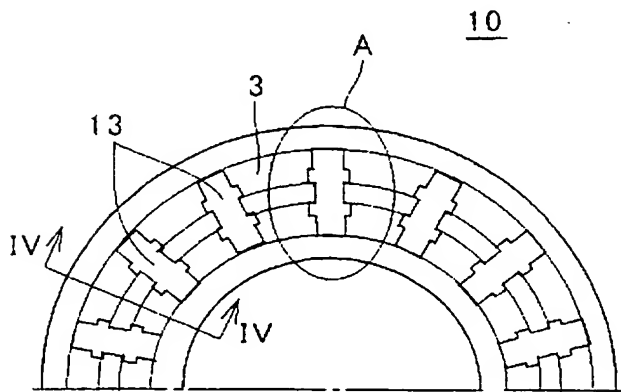
## 請求の範囲

- [1] 潤滑油が用いられ、保持器(3)に保持された転動体(2)が、軌道輪(1a、1b)上を転動する転がり軸受において、  
前記転動体(2)の算術平均粗さの値を $Ra0.03\sim0.15\mu m$ とする、スラストニードル軸受。
- [2] 前記保持器(3)のポケット案内面の算術平均粗さの値を $Ra0.4\mu m$ 以下とする、請求の範囲第1項に記載のスラストニードル軸受。
- [3] 前記軌道輪(1a、1b)の算術平均粗さの値を $Ra0.5\mu m$ 以下とする、請求の範囲第1項に記載のスラストニードル軸受。
- [4] エアコン用コンプレッサで使用される、請求の範囲第1項に記載のスラストニードル軸受。
- [5] オートマチックトランスミッションで使用される、請求の範囲第1項に記載のスラストニードル軸受。
- [6] 潤滑油が用いられ、保持器(3)に保持された転動体(2)が、軌道輪(1a、1b)上を転動する転がり軸受において、  
前記保持器(3)のポケット案内面と、前記転動体(2)との隙間を $60\sim130\mu m$ とする、スラストニードル軸受。
- [7] 前記保持器(3)がW型保持器である、請求の範囲第6項に記載のスラストニードル軸受。
- [8] さらに前記転動体(2)の算術平均粗さの値を $Ra0.03\sim0.15\mu m$ とする、請求の範囲第6項に記載のスラストニードル軸受。
- [9] エアコン用コンプレッサで使用される、請求の範囲第6項に記載のスラストニードル軸受。
- [10] オートマチックトランスミッションで使用される、請求の範囲第6項に記載のスラストニードル軸受。

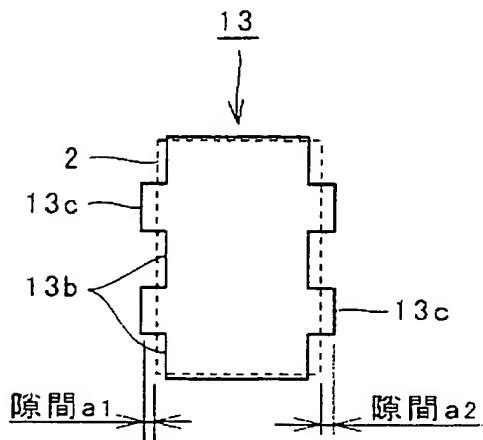
[図1]



[図2]

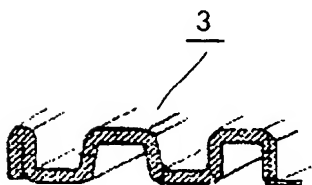


[図3]

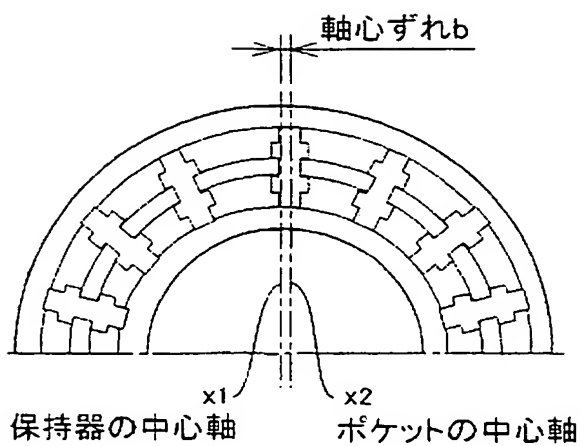


保持器ポケット案内面と  
ころとの隙間= $a_1+a_2$

[図4]

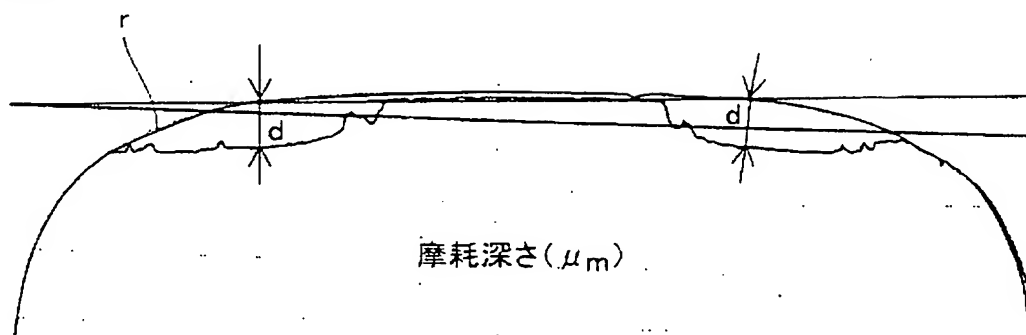


[図5]

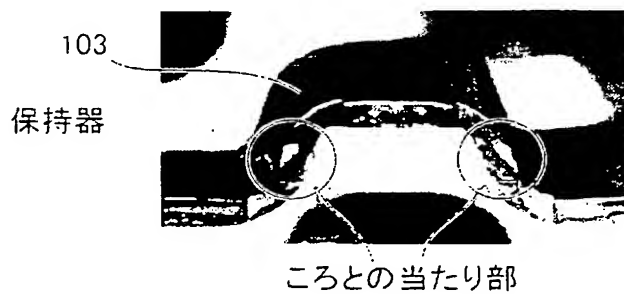


[図6]

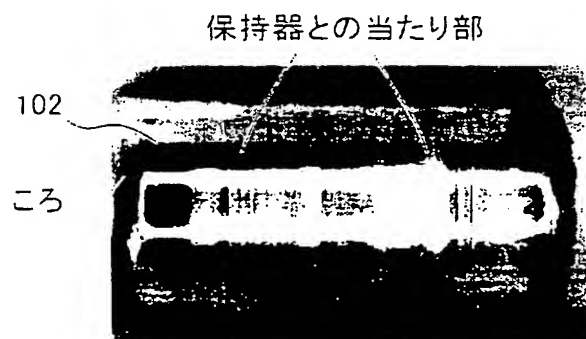
新品ころの母線形状  
(模範)



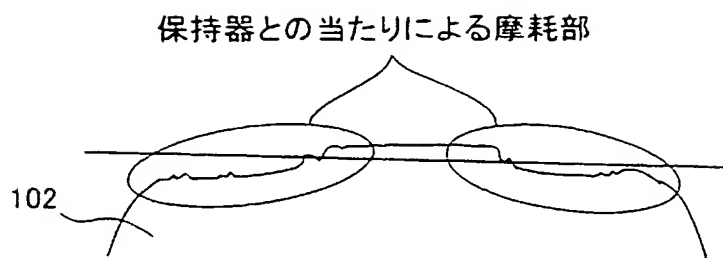
[図7]



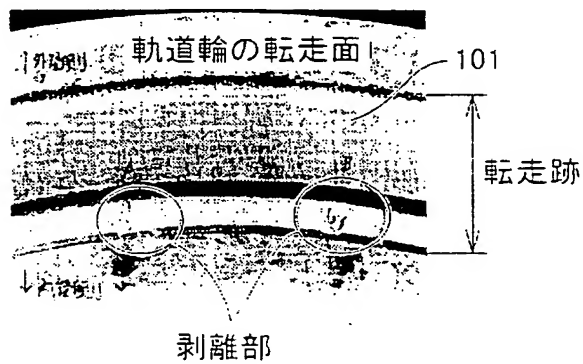
[図8]



[図9]



[図10]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017234

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F16C33/34, 33/54, 33/58, 19/46, F16H57/02, F04B27/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F16C33/30-33/58, 19/00-19/50, F16H57/02, F04B27/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-83337 A (NSK Ltd.), 19 March, 2003 (19.03.03), (Family: none)	1-10
Y	JP 2003-269468 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 25 September, 2003 (25.09.03), Claims & US 2003/0198420 A1 & EP 1344953 A2	1-10
Y	JP 2000-213546 A (NTN Corp.), 02 August, 2000 (02.08.00), Par. Nos. [0020] to [0021]; Figs. 3 to 4 (Family: none)	6-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
18 February, 2005 (18.02.05)

Date of mailing of the international search report  
15 March, 2005 (15.03.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017234

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-287035 A (NSK Ltd.), 10 October, 2003 (10.10.03), (Family: none)	3-4, 9
A	JP 2003-279425 A (NSK Ltd.), 02 October, 2003 (02.10.03), (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl. F16C33/34, 33/54, 33/58, 19/46, F16H57/02, F04B27/08			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl. F16C33/30-33/58, 19/00-19/50, F16H57/02, F04B27/08			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP 2003-83337 A (日本精工株式会社) 2003.03.19 (ファミリーなし)	1-10	
Y	JP 2003-269468 A (光洋精工株式会社) 2003.09.25, 【特許請求の範囲】 & US 2003/0198420 A1 & EP 1344953 A2	1-10	
Y	JP 2000-213546 A (エヌティエヌ株式会社) 2000.08.02, 段落【0020】-【0021】, 【図3】-【図4】 (ファミリーなし)	6-10	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 18.02.2005		国際調査報告の発送日 15.3.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 藤村 泰智 電話番号 03-3581-1101 内線 3326	



C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2003-287035 A (日本精工株式会社) 20 03. 10. 10 (ファミリーなし)	3-4, 9
A	J P 2003-279425 A (日本精工株式会社) 20 03. 10. 02 (ファミリーなし)	1-10.